Untersuchungsergebnisse bei Kindern vor und nach Operation eines offenen Ductus Botalli

von

Maria Fiedler

aus Neudorf

1967

1967 № 310

Aus der Kinderklinik der
Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. med. A. Windorfer

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE BEI KINDERN VOR UND NACH OPERATION EINES OFFENEN DUCTUS BOTALLI

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Maria Fiedler
aus Neudorf

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. med. E. Wetterer
Referent: Privatdozent Dr. med. H. Gutheil
Korreferent: Professor Dr. med. A. Windorfer

Tag der mündlichen Prüfung: 16. Oktober 1967

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE BEI KINDERN VOR UND NACH OPERATION EINES OFFENEN DUCTUS BOTALLI

I. Einleitung

II. Eigene Untersuchungen

1. Allgemeine Befunde
2. Klinische Befunde
   a) Peripherer Blutdruck
   b) Auskultatorische und phonokardiographische Befunde
   c) Elektrokardiographische Befunde
   d) Röntgenologische Befunde
   e) Ergebnisse der Herzkatheter-Untersuchung

III. Zusammenfassung

IV. Literaturverzeichnis

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535706_0037

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE BEI KINDERN
VOR UND NACH OPERATION EINES OFFENEN DUCTUS BOTALLI

I. Einleitung

Der Ductus arteriosus apertus Botalli ist eine für den fetalen Organismus zur Umgehung des Lungenkreislaufs notwendige Gefäßverbindung zwischen Art. pulmonalis und Aorta . Diese schließt sich unter physiologischen Verhältnissen bei der Umstellung auf den extrauterinen Kreislauf . Innerhalb weniger Minuten nach der Geburt erfolgt ein funktioneller Verschluß durch reflektorische Kontraktion der glatten Muskelelemente der Gefäßwand . Die darauffolgende anatomische Obliteration des Ductus entwickelt sich individuell verschieden zwischen dem 40.Tag und , in Ausnahmefällen , dem Ende des zweiten Lebensjahres . Der Verschlußmechanismus wurde besonders von BARCLAY und Mitarb. und KENNEDY und CLARK untersucht. Ein über das zweite Lebensjahr hinaus offener Ductus persistiert gewöhnlich . Die Angaben über den Anteil des persistierenden Ductus an kongenitalen Herzfehlern liegen zwischen 10 % (GROSSE - BROCKHOFF und Mitarb.) und 25 % (DONZELOT und Mitarb.) .

Erfolgt eine Einteilung der Herzfehler nach hämodynamischen Gesichtspunkten (SCHMIDT) , so ist der offene Ductus Botalli in die Gruppe der primär eine Volumenüberlastung des linken Ventrikels verursachenden Vitien einzuordnen . Das durch die arteriovenöse Fistel aus der Aorta in die Art. pulmonalis abströmende Blut geht dem großen Kreislauf verloren und wird im Kurzschluß dem linken Ventrikel erneut zugeführt. Zur Aufrechterhaltung des erforderlichen Minutenvolumens im großen Kreislauf muß der linke Ventrikel eine erhöhte Volumenarbeit leisten.

Die Größe des Shunts und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für den Körper- und Lungenkreislauf sind von der Weite und Länge der Kommunikation sowie von dem Druckgradienten zwischen Aorta und Art. pulmonalis abhängig . Nach BING betragen die durchschnittlichen Shunt-Volumina 40 % der Förderleistung des linken Ventrikels . In einigen Fällen können sie auch 60 % und 70 % erreichen (KEYS und SHAPIRO ; EPPINGER und Mitarb.). Dieses verschieden hohe Blutangebot an den linken Ventrikel führt zu einer individuell verschieden stark ausgeprägten Links-Volumen-Hypertrophie sowie zu Unterschieden in der zeitlichen Manifestierung der klinischen Symptome .

Auch der Lungenkreislauf muß sich auf das erhöhte Blutangebot einstellen . Ist der Ductus weit , das Shuntvolumen groß , so erschöpft sich die Kapazität der Lungenstrombahn , und es kommt zu einem Anstieg des Druckes in der Art. pulmonalis . Zwischen Druckanstieg und morphologischen Gefäßveränderungen in der Peripherie der Lunge besteht eine Korrelation in der Weise , daß der Grad der Gefäßveränderungen dem mittleren Pulmonalarteriendruck parallel geht (LOOGEN). Die Einengung des Gefäßkalibers durch eine Wanddickenzunahme führt zu einer Erhöhung des Widerstandes in der Lungenstrombahn . Der rechte Ventrikel ist nun - mehr einer vermehrten Druckbelastung ausgesetzt , die zu seiner Hypertrophie führt .
Die Progredienz des Geschehens kann schließlich zur Erhöhung des Pulmonalarteriendruckes über den Druck in der Aorta führen , woraus eine Shuntumkehr resultiert.

Die körperliche Entwicklung der Kinder mit einem offenen Ductus Botalli zeigt alle Übergänge von der Norm bis zu auffallender Verzögerung des Wachstums und Gewichtsdefizit . Die Leistungsbreite ist normal oder mäßig bis stark eingeschränkt .

Das führende klinische Zeichen ist in typischen

Fällen ein kontinuierliches systolisch-diastolisches Maschinengeräusch mit punctum maximum im 2.-3. Interkostalraum links parasternal .

Die Blutdruckamplitude ist häufig erhöht . Die Röntgenbefunde und das Elektrokardiogramm bringen die Hämodynamik dieses Fehlers zum Ausdruck . In Fällen mit atypischem Geräusch und atypischem Elektrokardiogramm muß die Herzkatheterung zur weiteren Klärung herangezogen werden.

Die Gefäßwand des offenen Ductus Botalli ist für eine bakterielle Infektion anfällig . Von ihr nimmt häufig eine bakterielle Endokarditis ihren Ausgang . GILCHRIST und WELTI beobachteten sie bei 8 % ihrer Patienten . Nach GROSSE - BROCKHOFF und Mitarb. kommt sie in 2 % der Fälle vor . Unter den in den Jahren 1958 bis einschließlich 1965 an der Erlanger Universitäts-Kinderklinik untersuchten 67 Kindern mit offenem Ductus Botalli wurde sie nur bei einem 11-jährigen Mädchen diagnostiziert .

Eine andere Komplikation ist die Entstehung einer Herzinsuffizienz . Sie wird von LYON und KAPLAN als häufigste Todesursache beim nicht operierten offenen Ductus Botalli angenommen .

Getrübt wird die Prognose weiterhin durch eine infolge des hohen Druckes im kleinen Kreislauf sich entwickelnde irreversible Veränderung der peripheren Lungengefäße . Steigt der Druck in der Art. pulmonalis über den in der Aorta , kommt es zu einer Shuntumkehr. Irreversible Veränderungen der peripheren Lungengefäße mit Shuntumkehr bilden die Eisenmenger-Physiologie, deren hämodynamische Gegebenheiten eine Operation nicht mehr zulassen . Eine Beseitigung des Rechts-Links-Shunts würde zu einem akuten Versagen des rechten Ventrikels führen . Nach DONZELOT und D'ALLAINES kommt es in 1-3 % zu einer Shuntumkehr .
Die Lebenserwartung der nicht operierten Patienten wird von COSH mit 30 Jahren angegeben .

Die erste erfolgreiche Unterbindung eines offenen Ductus Botalli führte GROSS im Jahre 1938 durch .

Die Ligaturen der Folgezeit führten nach seinen Angaben in etwa 80 % der Fälle zu dessen voll - ständigem dauernden Verschluß . Bei den übrigen Patienten war der Verschluß entweder von vornher- ein insuffizient oder es trat nach einiger Zeit eine Rekanalisierung ein . BICKFORD gibt eine Re- zidivquote von 8 % an. Als erfolgreichste Methode, insbesondere bei weitem Ductus , gilt dessen Durch- trennung (POTTS ; GROSS ; CRAFOORD ; DERRA) . Komplikationen erhöhen das Operationsrisiko . HUSFELDT und Mitarb. berichten über eine Operations- mortalität von 19 % bei Patienten mit einem Pulmo - nalarteriendruck von 60 mm Hg systolisch und mehr .

II. Eigene Untersuchungen

Im folgenden Teil wird ein Überblick über die Untersuchungsergebnisse der Jahre 1958 bis ein - schließlich 1965 gegeben . Es wurden 67 Kinder mit einem offenen Ductus Botalli operiert . Bei einem 12-jährigen Knaben konnte die Operation nicht mehr vorgenommen werden , da bei ihm bereits eine Eisen - menger-Physiologie vorlag .

Die Voruntersuchungen und die postoperativen Kon - trolluntersuchungen wurden in der Universitäts - Kinderklinik , die Operationen in der Chirurgischen Universitätsklinik (Direktor:Prof.Dr.med.G.Hegemann) vorgenommen . Die Ductus wurden ausnahmslos durch - trennt . Die Operation und die postoperative Phase verliefen bei allen Kindern ohne ernste Komplikationen. Das jüngste Kind wurde in einem Alter von 1 1/2 Jah - ren operiert . Die Operation wurde in diesem relativ niedrigen Alter vorgenommen , da das Allgemeinbe - finden des Kindes durch die rezidivierenden Infekte der oberen Luftwege und durch Dyspnoe schwer beein- trächtigt war und das Elektrokardiogramm neben den Zeichen der Links-Volumenhypertrophie auch die einer Rechtshypertrophie aufwies . Der Druck in der Art. pulmonalis betrug vor der Operation 40 / 20 mm Hg. Das älteste Kind zählte zum Zeitpunkt der Operation 14 1/2 Jahre .

Im Kleinkindesalter wurden 30 , im Schulalter 37 Kinder operiert. Das Verhältnis von Knaben zu Mädchen war 19 zu 48 . Als isolierter Fehler kam der offene Ductus bei 65 Kindern vor . Einmal war er mit einem Ventrikelseptumdefekt , einmal mit einer präduktalen Aortenisthmusstenose kombiniert . Im ersten Falle wurde zweizeitig operiert ; im zweiten Falle wurden beide Vitien während eines Eingriffs behoben .

Von einem komplizierten offenen Ductus Botalli spricht man dann , wenn der Druck in der Art. pulmonalis über 35 mm Hg systolisch liegt . Eine solche Druckerhöhung wurde bei 19 Kindern mittels des Herzkatheters festgestellt .

1. Allgemeine Befunde

Aus Angaben der Eltern bzw. der Kinder zu schließen war präoperativ etwa ein Drittel der Kinder an Leistungsfähigkeit und Ausdauer bei normalen körperlichen Belastungen gesunden Altersgenossen ebenbürtig . Die Druckwerte in der Art. pulmonalis lagen bei diesen Kindern im Bereich der Norm .
Die häufigsten Klagen der übrigen waren die über rasche Ermüdbarkeit , starkes Herzklopfen , Stechen in der Herzgegend . 15 Kinder litten an Dyspnoe bei kleineren Anstrengungen wie auf Spaziergängen und beim Treppensteigen . Bei sieben von ihnen lag ein komplizierter Ductus Botalli vor mit einer Druckerhöhung in der Art. pulmonalis über 35 mm Hg systolisch . Diese Belastungsdyspnoe ist ein relativ häufiges Symptom ; in 25 % der von HEIM DE BALSAC und in 40 % der von WELTI beobachteten Patienten fand sich eine solche .

Bei einem Drittel der Kinder waren Angaben über mangelnden Appetit , unruhigen Schlaf und gesteigerte Reizbarkeit zu finden . Mehr als die Hälfte der schulpflichtigen Kinder war wegen des Herzfehlers vom Schulturnen befreit .

Zum Zeitpunkt der ersten ambulanten Kontrolluntersuchung , etwa acht Wochen nach der Operation , war eine Abnahme der Ermüdbarkeit sowie der Atemnot bei dem größeren Teil der Kinder festzustellen . Die meisten hatten nun auch einen besseren Appetit und schliefen runiger .
Bei der zweiten Untersuchung , zwischen dem fünften und siebenten Monat nach der Operation , berichteten die Eltern fast aller operierten Kinder über eine Zunahme der körperlichen Leistungsfähigkeit ihrer Kinder . Von fünf Kindern waren zu diesem Zeitpunkt Klagen zu hören über noch bestehende Atemnot und Herzstechen , Beschwerden , die in der Folgezeit ebenfalls schwanden . Zwischen einem halben und einem Jahr nach der Operation begannen die Schulkinder wieder an dem Schulturnen teilzunehmen.

Die Kinder mit einem offenen Ductus Botalli sind besonders anfällig gegenüber Infektionen des Respirationstrakts (THIBERT und Mitarb. ; MACMANUS) . Rezidivierende Bronchitiden beeinträchtigen immer wieder ihren Allgemeinzustand . Auch Pneumonien treten gehäuft auf .
In unserer Untersuchungsreihe waren es 35 Kinder , die an einer Neigung zu solchen Infektionen litten . 13 von diesen 35 Kindern hatten einen Druck über 35 mm Hg systolisch in der Art. pulmonalis .
Eine Infektanfälligkeit der Atemwege war nach der Operation nicht mehr festzustellen .

Über eine körperliche Unterentwicklung bei Kindern mit Herzfehlern , die mit Links- Rechts-Shunt einhergehen , wird von vielen Autoren berichtet.
Als Ursache werden verschiedene Faktoren diskutiert . Die Neigung zu Infektionen des Respirationstrakts wird von ADAMS und Mitarb. in Betracht gezogen . DISENHOUSE und LANDTMAN weisen auf die Störung in der Nahrungsaufnahme bei vielen dieser Kinder hin . LOESCHKE nimmt eine kardiale Hypoplasie als Konstitutionsanomalie an . Die Erfolge der Operation hinsichtlich der körperlichen Entwicklung weisen auf eine

hämodynamische Beeinflussung der körperlichen Ent - wicklung von Kindern mit einem Herzfehler hin (SCHLANGE).

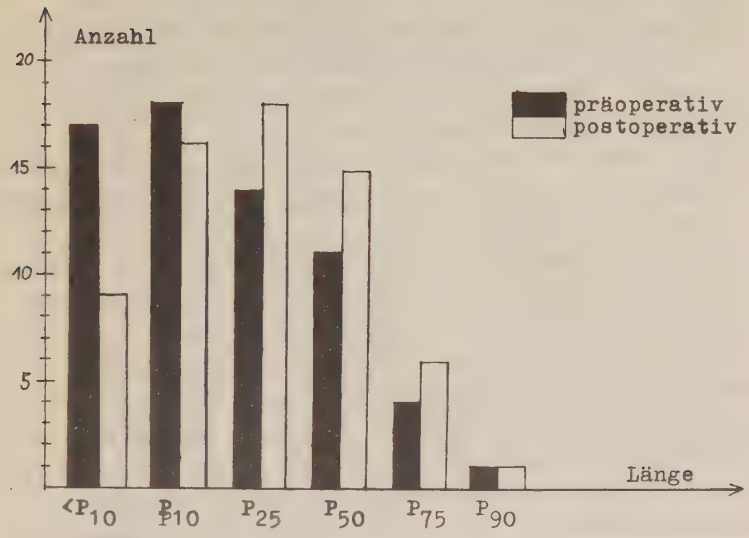


Abb. 1a : Verteilung der prä- und postoperativen Befunde für die Länge

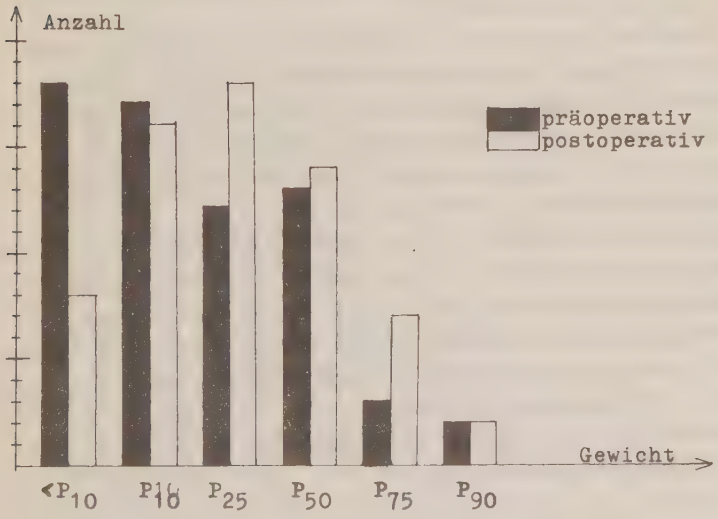


Abb. 1b : Verteilung der prä- und postoperativen Befunde für das Gewicht

Die prä - und postoperativen Befunde für Länge und Gewicht bei den in der Erlanger Universitäts-Kinderklinik untersuchten Kindern mit einem offenen Ductus Botalli sind in Abb. 1a und 1b dargestellt . Als Grundlage für die Auswertung dienten die Normalmasse für Länge und Gewicht nach STUART und STEVENSON . Die Werte (Prozentile P) wurden in Boston an nordeuropäischen Abkömmlingen gewonnen .
P_{50} gibt den für diese natürliche Population statistisch errechneten Mittelwert an für Länge bzw. Gewicht bezogen auf das chronologische Alter . P_{10}, P_{25}, P_{75} , P_{90} bedeuten die Streuung um diesen Mittelwert . Im Bereich P_{25} - P_{75} liegen 50 % aller Werte . Bei Längenmaßen unterhalb P_{10} wird von Kleinwuchs gesprochen .

In Abb. 1 a und 1b ist deutlich die Verschiebung der präoperativ erhobenen Befunde nach den unteren Prozentualbereichen erkennbar : Längen- und Gewichtsmaße von 90 % aller gesunden Kinder liegen oberhalb P_{10} . In dieser Untersuchungsreihe waren es präoperativ 30 von 65 Kindern , deren Längen- und Gewichtsmaße eine Einordnung oberhalb P_{10} gestatteten . Postoperativ betrugen diese Zahlen 39 für die Länge und 41 für das Gewicht .

Von den 17 Kindern , deren Länge präoperativ unterhalb P_{10} lag , also von Kleinwuchs gesprochen werden mußte , wiesen postoperativ 8 eine merkliche Längenzunahme auf , sodaß ihre Befunde in eine höhere Stufe eingeordnet werden konnten . Bei den Gewichtsbefunden waren diese Zahlen 18 bzw. 10 .

11 Kinder hatten einen präoperativen Längen - und Gewichtsstatus unterhalb P_{10} . Postoperativ waren es noch 7 . Anamnestisch fielen bei dreien von diesen 7 Kindern rezidivierende pulmonale Infekte auf ; ein Kind hatte vor der Operation einen Pulmonalarteriendruck von 75/35 mmHg, ein anderes einen von 95/60 mm Hg . Bei diesem Kind lag eine Kombination von offenem Ductus Botalli und Ventrikelseptumdefekt vor .

Mit Ausnahme der hier erwähnten 7 Kinder ohne postoperative Entwicklungsbeschleunigung war bei allen übrigen eine solche vorhanden ; in Abb. 1 ist dies in der Zunahme der Anzahl der Kinder erkennbar , deren Befunde in die höheren Prozentualbereiche eingeordnet werden konnten .
Zeitlich lag das Maximum der Längen- und Gewichtszunahme innerhalb des ersten und zweiten Jahres nach der Operation .
KROVETZ stellte bei der Untersuchung von 342 Kindern mit isoliertem sowie mit anderen Herzfehlern kombiniertem offenen Ductus botalli fest , daß in den Fällen , in denen ein isolierter Ductus als Ursache für die mangelhafte körperliche Entwicklung betrachtet werden konnte , nach der Beseitigung dieses Fehlers eine Normalisierung eintrat , auch wenn dafür manchmal mehr als 2 Jahre benötigt wurden . Ebenso beobachtete GROSS eine auffallende Entwicklungsbeschleunigung in den ersten 2 Jahren nach der Operation .

2. Klinische Befunde

a) Peripherer Blutdruck

Durch den während der Herzaktion erfolgenden Blutabstrom aus der Aorta in die Art. pulmonalis kommt es zu einer Erhöhung der Blutdruckamplitude , die abhängig ist vom Shuntvolumen .
Eine über der Altersnorm liegende Blutdruckamplitude fand sich bei 31 Kindern . Bei einem Viertel der Fälle lag der systolische Wert an der oberen Grenze der Norm , während der diastolische Druck bei 11 Kindern die untere Grenze der Altersnorm unterschritt und in 19 Fällen diese eben erreichte .
Der Vergleich der prä- und postoperativen Werte ließ bei 29 Kindern eine merkliche Abnahme der Blutdruckamplitude erkennen . Ihr Ausmaß ist aus Tab. 1 ersichtlich . Als Vergleichswerte wurden die letzten präoperativen Befunde und die Befunde bei der ersten ambulanten Kontrolluntersuchung gewählt .

Anzahl der Kinder	11	9	7	2
Abnahme der Blutdruckamplitude mm Hg postoperativ	15	20	30	40

Tabelle 1 : Abnahme der Blutdruckamplitude nach Operation eines offenen Ductus Botalli bei 29 Kindern

b) Auskultatorische und phonokardiographische Befunde

Typisch für einen offenen Ductus Botalli ist ein kontinuierliches systolisch - diastolisches Geräusch mit punctum maximum über dem 2. - 3. Interkostalraum links parasternal . Die systolische Komponente wird in die linke Schlüsselbeingegend , zur Herzspitze und nach dem Rücken fortgeleitet . Der 2. Ton ist verstärkt und häufig gespalten .

Für die Gradeinteilung der Lautstärke diente die Gradeinteilung nach LEVINE . Die Skala reicht von Grad I-VI. In den typischen Fällen war ein mittellautes bis lautes Geräusch entsprechend einer Lautstärke von Grad III-IV zu hören .

Als palpables Äquivalent des Geräusches war über der Stelle des punctum maximum bei 27 Kindern ein Schwirren festzustellen .

Das Phonokardiogramm zeigt in typischen Fällen folgendes Bild : Das Geräusch setzt mit dem 1. Ton oder kurz danach ein und geht crescendoförmig unter Einschluß des 2. Tones , um den das Amplitudenmaximum liegt , in ein diastolisches Decrescendogeräusch über , das gewöhnlich im letzten Diastolendrittel endet . Der 2. Ton ist häufig gespalten . Abb. 3a zeigt das typische Geräuschbild eines offenen Ductus Botalli .

Bei 60 Kindern wurde ein charakteristisches Phonokardiogramm gefunden . Fünfmal war die diastolische Komponente uncharakteristisch . Die Ursache hierfür ist in den Druckverhältnissen im großen und kleinen Kreislauf zu suchen, da der zeitliche und mengenmäßige Blutabstrom aus der Aorta in die Art. pulmonalis eine Funktion des jeweils vorliegenden Druckgradienten ist .

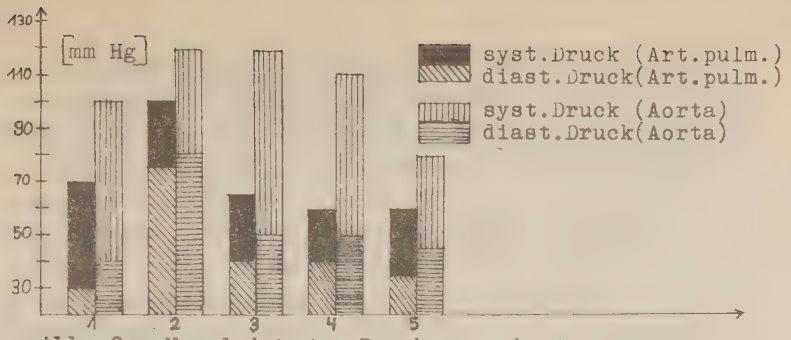


Abb. 2 : Vergleich der Druckwerte in der Art. pulmonalis und Aorta bei 5 Kindern mit uncharakteristischer diastolischer Komponente im Geräuschbild

In der Abbildung 2 fällt die geringe Differenz zwischen den diastolischen Werten in der Art. pulmonalis und Aorta auf , die zu einer Abnahme des diastolischen Shuntvolumens und infolgedessen zur Änderung der Form des diastolischen Geräuschbildes geführt hat .

Bei zwei Mädchen stellte sich ein rein systolisches Geräusch dar . Das eine dieser Mädchen hatte eine Kombination von Ventrikelseptumdefekt und offenem Ductus Botalli. Der Druck in der Art. pulmonalis war 95/60mmHg, der Aortendruck 110/75 mm Hg . Beim zweiten Mädchen mit einem isolierten offenen Ductus Botalli wurden 75/30 mm Hg in der Art. pulmonalis und 80/40 mm Hg in der Aorta gemessen . Das Fehlen der diastolischen Geräuschkomponente sprach dafür , daß während der Diastole kein Blut mehr durch den Ductus abströmte . Der systolische Shunt war noch ausschließlich von links nach rechts gerichtet .

Der postoperative Auskultationsbefund und das Phonokardiogramm sind durch die hämodynamischen Änderungen gekennzeichnet . Der diastolische Geräuschanteil war nach Verschluß des Ductus in keinem Falle mehr nachweisbar . Jegliches Geräusch war bei 8 Kindern unmittelbar nach der Operation verschwunden ; bei den übrigen war noch ein kurzes systolisches Geräusch nachweisbar , das in 22 Fällen innerhalb eines Zeitraums von 2 Monaten bis zu 3 Jahren unter allmählicher Amplitudenabnahme völlig verschwand .

Die Ursache dieses postoperativ noch bestehenden Geräusches ist möglicherweise eine Wirbelbildung an der Operationsstelle . Es ist von geringer Lautstärke (Grad I - II) , lageinkonstant und erfährt keine Fortleitung . Es hat keine hämodynamische Bedeutung . Im Schallbild stellt es sich mit kleiner Amplitude in den niederen Frequenzgängen dar .
Über ein postoperativ noch bestehendes Geräusch in der Systole berichten auch TSUJI und Mitarb. und BÜHLMEYER .

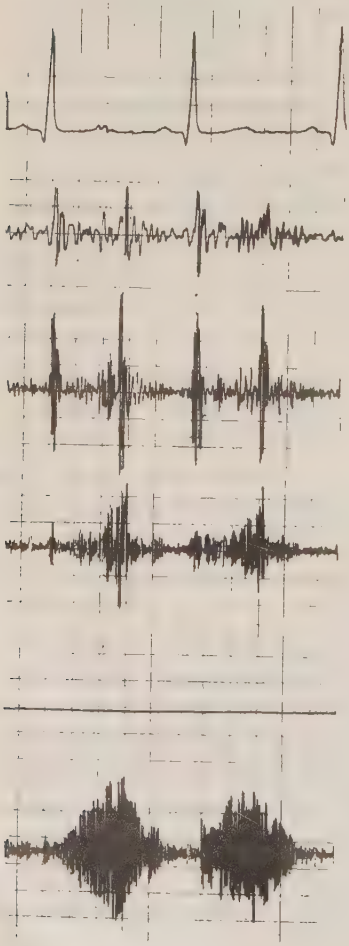


Abb. 3a : Christa O.,6 1/2 J. Präoperatives Phonokardiogr. bei offenem Ductus Botalli - typisches Geräuschbild

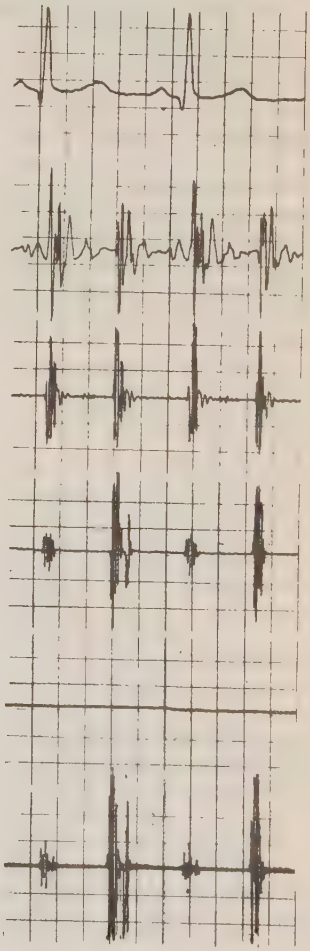


Abb. 3b: Christa O.,6 1/2 J. Phonokardiogramm 4 Wochen nach Operation des offenen Ductus Botalli

Die Abbildungen 3a und 3b zeigen das prä- und post-operative Geräuschbild des gleichen Kindes . Im post-operativen Phonokardiogramm sind keine Geräuschäquivalente nachweisbar .

c) Elektrokardiographische Befunde

Die Bedeutung des Elektrokardiogramms beim offenen Ductus Botalli liegt im Nachweis der Volumenüberlastung des linken Herzens , der Druckbelastung des rechten Herzens und in der Möglichkeit der Beurteilung des Krankheitszustandes im Hinblick auf die Operationsindikation und den Operationserfolg .
Das typische Bild für einen unkomplizierten offenen Ductus ist das der Volumenhypertrophie des linken Herzens . Als Ausdruck des vermehrten Blutstroms durch den linken Vorhof und der dadurch bedingten Dilatation kommt es bei größeren Shuntvolumina zu dem Bild des " P-sinistrokardiale (SCHMIDT) - einer Verbreiterung und gelegentlicher Doppelgipfligkeit der P-Zacke in den linkstypischen Standard-Ableitungen .
Als Zeichen der Volumenhypertrophie des linken Ventrikels findet man in den links-präkordialen Ableitungen große R-Zacken ; die Größe von R nimmt gelegentlich noch in Ableitung V_6 zu. Die Übergangszone ist nach rechts verlagert . Die QRS - Dauer ist etwas verlängert . Links-präkordial findet man ausgeprägte Q-Zacken , die konkordanten T-Zacken sind hier relativ hoch und manchmal fast symmetrisch zugespitzt .
Die elektrische Herzachse kann steil -, norm- oder linkstypisch sein .
Die Veränderungen im Elektrokardiogramm sind von der Volumenbelastung abhängig . Bei kleinen Shunt-Volumina können sie fehlen oder sie brauchen nur angedeutet vorhanden zu sein.
Bei allen Kindern wurden die Standard-Ableitungen , die unipolaren Extremitäten-Ableitungen nach Goldberger und die Brustwandableitungen registriert . Die Befunde lassen eine Einteilung in drei Gruppen zu :

I. Normales Elektrokardiogramm

II. Isolierte Volumenhypertrophie des linken Ventrikels

III. Doppelhypertrophie
   a) Ausgeprägte Links-Volumenhypertrophie mit einzelnen Kriterien der Rechtsnypertrophie
   b) Ausgeprägte Rechtshypertrophie mit einzelnen Kriterien der Links-Volumenhypertrophie

I. Gruppe

Ein normales Kurvenbild mit der Darstellung der physiologischen Linkshypertrophie wurde präoperativ bei acht Kindern gefunden . Drei von ihnen wiesen einen rudimentären Rechtsschenkelblock auf , der auch postoperativ bei allen Kontrolluntersuchungen noch nachweisbar war . Auf eine Herzkatheterung wurde bei diesen Kindern auf Grund der unauffälligen elektrokardiographischen Befunde verzichtet .

II. Gruppe : Isolierte Links-Volumenhypertrophie

Die Zeichen einer isolierten Links-Volumenhypertrophie wies das Elektrokardiogramm von 43 Kindern auf . Mit Ausnahme von zweien , bei denen der Druck in der Art. pulmonalis 45/18 bzw. 45/28 mm Hg betrug ,handelte es sich hier um Kinder mit einem unkomplizierten offenen Ductus . Der Kurvenverlauf war in sieben Fällen linkstypisch , sonst steil- oder normtypisch . Elfmal zeigte die Vorhofzacke die Merkmale eines P-sinistrokardiale ; ein rudimentärer Rechtsschenkelblock fand sich in fünf Fällen .

Die elektrokardiographischen Befunde nach der Operation geben Aufschluß über das Ausmaß der Änderungen , die durch die Normalisierung der Hämodynamik erfolgen . Die Normalisierung des Elektrokardiogramms manifestiert sich in einer Verkürzung der P-Zacken und im Rückgang ihrer Splitterung . Die elektrische Herzachse wird im ganzen gesehen rechtstypischer ; die Rückbildung der Hypertrophie kommt besonders durch eine Verminderung der Amplitude von R in den links-präkordialen Ableitungen zum Ausdruck . Die Breite von QRS nimmt ab , die T-Zacke wird kleiner , und es erfolgt eine Verlagerung der Übergangszone nach links.

Die schnellste Rückbildung zur Norm erfolgte bei einem zum Zeitpunkt der Operation sechs Jahre alten Mädchen , dessen Elektrokardiogramm präoperativ eine Linksvolumenhypertrophie geringen Ausmasses und ein P-sinistro-kardiale aufwies ; nach zwei Monaten hatte sich das Elektrokardiogramm normalisiert . Bei weiteren 22 Kindern mit isolierter Linksvolumenhypertrophie wurden die elektrischen Herzbefunde innerhalb des ersten Jahres nach der Operation , bei 8 Kindern innerhalb des zweiten Jahres nach der Operation und bei 7 Kindern innerhalb des dritten Jahres normal .
Die späteste Rückbildung einer präoperativ sehr stark ausgeprägten Links-Volumenhypertrophie zur Norm erfolgte fünf Jahre nach der Operation .
Ein P-sinistrokardiale war in keinem Falle mehr nachweisbar . 3 Bilder wiesen noch einen rudimentären Rechtsschenkelblock auf . Bei 4 Kindern , deren postoperative Beobachtungszeit unter einem Jahr liegt , waren noch Zeichen der Links-Volumenhypertrophie nachweisbar .

III. Gruppe : Doppelhypertrophie

Kommt zur Volumenbelastung des linken Ventrikels eine Druckbelastung des rechten durch eine Erhöhung des Pulmonalarteriendruckes hinzu , so findet man im Elektrokardiogramm die Zeichen einer Doppelhypertrophie. Die Befunde sind abhängig vom Ausmaß der Hypertrophie der einzelnen Herzabschnitte :

a) Ausgeprägte Links-Volumenhypertrophie mit einzelnen Kriterien der Rechtshypertrophie

Ein solches Kurvenbild wurde bei 12 Kindern gefunden. Auf eine Hypertrophie auch des rechten Ventrikels wies die Rs-Form sowohl links- als auch rechtspräkordial hin .
Das Elektrokardiogramm eines Mädchens mit einer Kombination von offenem Ductus Botalli und Ventrikelseptumdefekt wies eine stark ausgeprägte Doppelhypertrophie bei rechtstypischem Kurvenverlauf und ein P-kardiale mit folgenden Kriterien auf : Verbreiterung der P-Zacke in den links-präkordialen Ableitungen und biphasischer Verlauf mit überhöhtem spitzen ersten Teil und negativem breiten zweiten Teil .

Über die Druckwerte im kleinen Kreislauf bei den Kindern dieser Gruppe orientiert die Abbildung 5 . Die postoperativen Befunde waren folgende : Die früheste Rückbildung der pathologischen Veränderungen , die als Kriterien der Doppelhypertrphie erwähnt wurden , erfolgte bei einem 11-jährigen Mädchen innerhalb eines Zeitraumes von vier Monaten. Im zweiten Jahr nach der Operation konnte bei weiteren 5 Kindern eine Normalisierung festgestellt werden . Ein Beispiel hierfür ist das in den Abbildungen 4a und 4b dargestellte prä- bzw. postoperative Kurvenbild bei einem zum Zeitpunkt der Operation 9 Jahre alten Mädchen .
Zweimal normalisierten sich die elektrokardiographischen Befunde im dritten Jahr und bei 2 Kindern im vierten Jahr nach der Operation . Bei 3 Kindern dieser Gruppe fanden sich noch Zeichen einer Links-Volumenhypertrophie , eines dieser Mädchen hatte einen zusätzlichen Ventrikelseptumdefekt ; die postoperative Beobachtungszeit betrug bei diesen Kindern mit nicht normalisierten elektrokardiographischen Befunden 5 Monate bis 1 1/2 Jahre .

b) Ausgeprägte Rechtshypertrophie mit einzelnen Kriterien der Links-Volumenhypertrophie

Die Stärke der Ausprägung einer Rechtshypertrophie ist eine Funktion des Pulmonalarteriendruckes . Bei 3 Kindern mit kompliziertem offenen Ductus Botalli wurde eine überwiegende Rechtshypertrophie gefunden . Für das Vorliegen einer gleichzeitigen Überlastung des linken Ventrikels sprach der Nachweis einzelner der folgenden Kriterien : links-präkordial eine Rs-Form, deutliche Q-Zacken in V_5 und V_6 , eine Verlängerung der QR - Dauer , eine Senkung von ST , ein Anstieg der S/R - Relation rechts-präkordial , die Verbindung einer Rechtshypertrophie in den Brustwandableitungen mit einem auffälligen Linkstyp in den Standardab - leitungen .
Bei einem Mädchen dieser Gruppe waren 1 3/4 Jahre nach der Operation die Zeichen der Rechtshypertrophie und der Links-Volumenhypertrophie verschwunden .

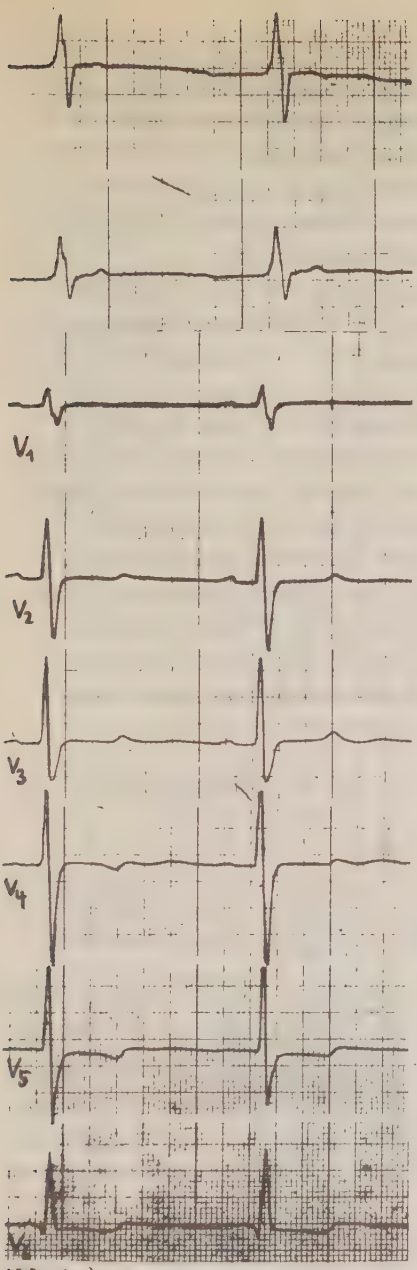
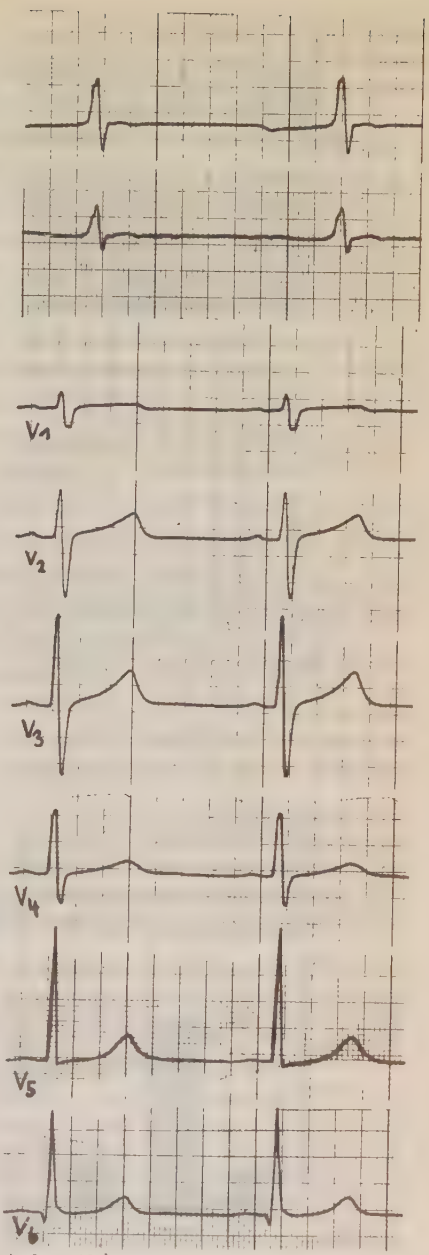


Abb.4a) Anna L., 9 Jahre , Elektrokardiogramm vor Operation eines offenen Ductus Botalli - Zeichen der Rechts - und Linkshypertrophie bei erhöhtem Druck in der Art. pulm. (85 / 40 mm Hg)



Asb. 4b) Elektrokardiogramm des gleichen Kindes 1 1/2 Jahre nach der Operation : Zeichen der Links - und Rechtshypertrophie zurückgebildet

Bei dem zweiten Mädchen dieser Gruppe benötigte die Rückbildung der pathologischen Hypertrophiezeichen 5 Jahre . Das Kurvenbild beim dritten Mädchen dieser Gruppe , dessen postoperative Beobachtungszeit erst 7 Monate betrug , wies noch Zeichen der Rechtshypertrophie in den Brustwandableitungen auf .

Die Abbildung 5 und die Tabelle 2 bringen eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der elektrokardiographischen Untersuchungen . In Abbildung 5 wurden die mittels des Herzkatheters registrierten Druckwerte in der Art. pulmonalis mit dem Elektro - kardiogramm in Verbindung gebracht . Von den 17 herzkatheterisierten Kindern mit einer Links-Volumenhypertrophie wiesen 2 einen Pulmonalarteriendruck über 35 mm Hg systolisch auf ; in den Gruppen mit Doppelhypertrophie wurden alle Kinder einer Herzkatheterung unterzogen , wobei in der Gruppe mit überwiegender Links-Volumenhypertrophie von 13 Kindern 9 und alle 3 Kinder mit überwiegender Rechtshypertrophie einen über 35 mm Hg systolisch liegenden Druck in der Art. pulmonalis hatten .

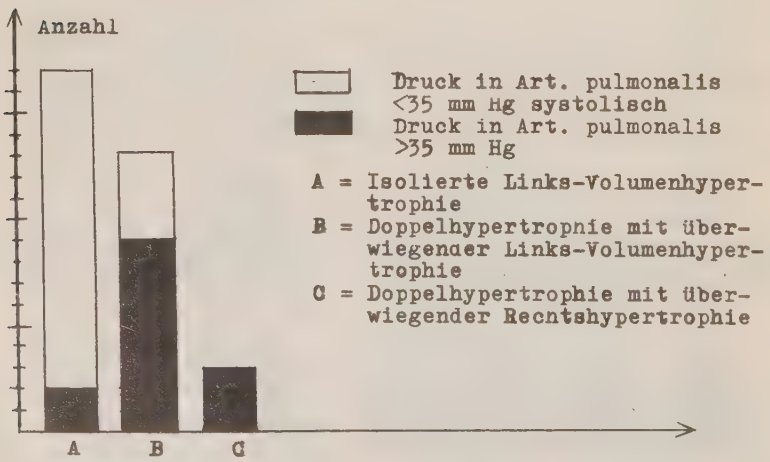


Abb. 5 : Korrelation zwischen elektrokardiographischen Befunden und Pulmonalarteriendruck (präoperativ)

EKG - Befunde präoperativ	Normalisierung nach der Operation im 1. Jahr	im 2.Jahr	im 3.Jahr	nach 3 Jahren	nicht normalisiert (s. Text)
Li.-Volumen - Hypertrophie (43 Fälle)	23	8	7	1	4
Doppelhypertrophie mit überwiegender Li.-Volumenhypertrophie (13 Fälle)	1	5	2	2	3
Doppelhypertrophie mit überwiegender Rechtshypertrophie (3 Fälle)		2		1	1

Tab. 2 : Übersicht über die Häufigkeit der Normalisierung des Elektrokardiogramms in Abhängigkeit von der Zeit. Besonderheiten bei den Kindern mit nicht normalisierten Befunden wurden im Text erwähnt.

d) Die Ergebnisse der Röntgenuntersuchung

Ebenso wie die elektrokardiographischen sind auch die röntgenologischen Befunde vom Ausmaß der hämodynamischen Wirkung des offenen Ductus Botalli abhängig .In typischen Fällen unterstützt das Röntgenbild die auskultatorisch gestellte Diagnose . Als Zeichen eines vermehrten pulmonalen Stromvolumens findet man eine vermehrte pulmonale Gefäßzeichnung und dichte breite Hili . Der Pulmonalbogen ist prominent . Das Herz ist häufig verbreitert . Gelegentlich findet man im Seitenbild als Ausdruck eines vergrößerten linken Vorhofs eine Ein - dellung des kontrastgefüllten Ösophagus . Bei der Durchleuchtung können systolisch - expansive Bewegungen der zentralen Lungengefäße als sogenannter Hilustanz beobachtet werden .

Von den 67 Kindern hatten 11 eine normale Herzgröße und Herzkonfiguration . Bei 7 von ihnen ließ sich eine

vermehrte Lungengefäß- und Hiluszeichnung sowie ein prominenter Pulmonalbogen feststellen ; diese Zeichen schwanden postoperativ in einem Zeitraum , der zwischen 6 und 14 Monaten lag .

Eine Herzverbreiterung wurde bei 56 Kindern festgestellt . Die periphere und die zentrale Lungengefäßzeichnung waren bei allen vermehrt , wenn auch mit unterschiedlicher Intensität . Der Pulmonalbogen war in 47 Fällen prominent , eine Einengung des Retro - kardialraumes wurde auf 28 Bildern gesehen . "Tanzende" Hili wurden bei der Durchleuchtung bei 16 Kindern beobachtet .

Die postoperativen Untersuchungen brachten folgende Ergebnisse : Bei einem 6-jährigen und einem 8-jährigen Mädchen mit unkompliziertem offenen Ductus Botalli nahm die Herzgröße innerhalb der ersten 2 Monate nach der Operation bis zur Norm ab , die präoperativ stark vermehrte Lungengefäßzeichnung benötigte zur Rückbildung ein halbes Jahr . Die Befunde von weiteren 5 Kindern normalisierten sich innerhalb eines Zeitraumes von 6 Monaten , bis zu einem Jahr nach der Operation diejenigen von weiteren 19 . Im 2. Jahr wurde das Röntgenbild von 15 Kindern , im 3. Jahr das von 4 Kindern normal .

Das Röntgenbild von 11 Kindern wies bei Beendigung dieser Untersuchungen noch pathologische Veränderungen auf : Siebenmal zeigte sich eine geringe Herzverbreiterung , eine vermehrte Lungengefäßzeichnung in 9 Fällen , und der Pulmonalbogen war in 7 Fällen prominent . Bei 6 Kindern aus dieser Gruppe lag präoperativ ein komplizierter Ductus Botalli vor ; da hier die Rückbildung der pathologischen Befunde längere Zeit in Anspruch nimmt als bei unkompliziertem Vitium , kann auch bei ihnen noch mit einer Besserung gerechnet werden . Die postoperative Beobachtungszeit bei diesen Kindern mit nicht normalisierten Befunden war sechsmal unter einem Jahr , zweimal je zwei Jahre und einmal drei Jahre .

e) Ergebnisse der Herzkatheter-Untersuchung

Die Indikationen für die Durchführung einer Herzkatheter-Untersuchung waren der Verdacht auf eine Druckerhöhung im kleinen Kreislauf mit Zeichen einer Rechtsüberlastung im Elektrokardiogramm , atypische Befunde im Phonokardiogramm und der Verdacht auf zusätzliche kardiale Anomalien .
Bei 33 Kindern wurde die venöse Herzkatheterung vorgenommen . Die Sondierung des Ductus und die gas - analytischen Untersuchungen waren beweisend für das Vorliegen eines offenen Ductus Botalli .
Der O_2 - Sprung zwischen dem rechten Ventrikel und der Art. pulmonalis gab Aufschluß über die Größe des Links-Rechts-Shunts . Der O_2 - Gehalt des Blutes in der Pulmonalarterie lag bei den meisten Kindern zwischen 1,5 Vol.-% und 2,5 Vol,-% höher als der des Blutes im rechten Ventrikel . Bei 3 Kindern bewegte sich der O_2- Sprung zwischen 3,0 Vol.-% und 3,5 Vol.-%.
Von besonderer Bedeutung für die Operationsindikation ist die Bestimmung des Druckes im kleinen Kreislauf mittels des Herzkatheters . Die Druckwerte in der Art. pulmonalis waren folgende :

Druck in der Art. pulmonal. [mm Hg]	bis 20	bis 35	bis 55	über 55
Anzahl der Kinder	7	12	8	6

Postoperativ wurde mit einer Ausnahme (Kombination von offenem Ductus Botalli und Ventrikelseptumdefekt) keine Herzkatheterung vorgenommen , da die Verlaufsbeobachtung mittels der einfachen klinischen Methoden für die Beurteilung des Operationserfolges sichere Aussagen ermöglichte .

III. Zusammenfassung

In den Jahren 1958 bis einschließlich 1965 wurden 67 Kinder mit einem offenen Ductus Botalli operiert . 2 Kinder hatten zusätzliche kardiale Anomalien . Die Ductus wurden ausnahmslos durchtrennt . Die Operation und die postoperative Zeit verliefen in allen Fällen regelrecht .
Im Vorschulalter wurden 30 Kinder , im Schulalter 37 Kinder operiert . Die Indikation zur Operation wurde aus den elektrokardiographischen und den röntgenologischen Befunden sowie aus den Ergebnissen der Herzkatheter-Untersuchung gestellt .
Waren die Kinder bereits im Schulalter , wurde die Operation vorgenommen , auch wenn keine wesentlichen Beschwerden bestanden .
Eine Druckerhöhung im kleinen Kreislauf wurde vor der Operation bei 14 Kindern gefunden .
Die Operationsergebnisse wurden an der körperlichen Entwicklung der Kinder , an den auskultatorischen und phonokardiographischen Befunden , den Rückbildungen der pathologischen Zeichen im Röntgenbild und im Elektrokardiogramm gemessen , wobei besonders die elektrokardiographischen Befunde in den meisten Fällen eine genaue Beurteilung des Operationserfolges ermöglichten .

IV. Literaturverzeichnis

ADAMS , F.H. and FORSYTH ,W.B. : J. Pediatr. 39;330(1951)

BARCLAY , A.E.J., D.A.BARCROFT and K.J.FRANKLIN : A radiographic demonstration of the circulation trough the heart in the adult and in the foetus and the identification of the ductus art. Brit.J.Radiol. 12 ; 505 (1939)

BICKFORD , B.J. : Surgical aspects of patent ductus art. Arch. Dis. Childh. 35 ; 92 (1960)

BING , R.J. : The physiology of congenital heart disease Nelson New Loose-Leaf Medicine Vol. V. N.Y. (1949)

BÜHLMEYER , K. : Der offene Ductus Botalli beim Säugling und Kleinkind . Arch. Kinderheilkunde 169;12-123 (1963)

COSH , J.A. : Patent ductus arteriosus Brit. Heart J. 19 (1957) 13

CRAFOORD , C. : Surgery of the heart and great vessels. Brit. Med. J. I 946 (1951)

DERRA , E. : Fernergebnisse nach Operation des offenen Ductus Botalli . Zbl. Chir. 78 ; 18 (1953)

DISENHOUSE , R.B. , ANDERSON , P.C., ADAMS,P. , NOVICK,R., JORGENS ,J., and LEVINE , B.: J. Pediatr. 44 ; 269 (1954)

DONZELOT , E. , A.M. EMAM ZADE , R. HEIM DE BALSAC et S. COOLADE MADERA : Etude de 25 case de persistance du canal arterial (isolee et compliquee) . Acta cardiol.(Brux) 5 ; 255 (1950)

DONZELOT , E. , F.D'ALLAINES : Traite' des cardiopathies congenitales . Paris : Masson et Cie. 1954

EPPINGER , E.,S.BURWELL and R. GROSS : The effects of the patent ductus arteriosus on the circulation . J. clin. Invest. 20;127 (1941)

FANCONI , G. und A. WALLGREN : Lehrbuch der Pädiatrie Schwabe & Co Verlag Basel-Stuttgart 1963 s. 291

GROSS , R. E. , and J. P. HUBBARD : Surgical ligation of a patent ductus arteriosus ; report of first successful case . J. Amer. Med. Ass. 112 ; 729 (1939)

GILCHRIST , A.R. , and W. MERCER : Infective endarteritis of pulmonaly artery . Lancet II ; 267 (1947)

GROSSE-BROCKHOFF , F. , F. LOOGEN und A. SCHAEDE : Handbuch der inneren Medizin , Bd. 9 , 3. Teil Berlin-Göttingen-Heidelberg : Springer 1960

HEIM DE BALSAC : GERARD : Zitat nach R. HEIM DE BALSAC in E. DONZELOT u. F. D'ALLAINES : Traite des cardiopathies congenitales . Paris : Masson & Cie (1954)

HUSFELDT , E. : Angeborene Herzfehler mit Links-Rechts-Shunt . Verh.dt. Ges. f. Kreislaufforschung 23(1957)

KENNEDY , J. A. , and S. L. CLARK : Observations on the ductus arteriosus of the guinea pig in relation to its method of closore . Anat. Rec. 79 ; 349(1941)

KEYS , A. , and M. J. SHAPIRO : Patency of the ductus arteriosus in adults . Amer. Heart J. 25 ; 158 (1943)

KROVETZ , L. J. : Weight gain in children with patent ductus arteriosus . Dis. Chest 44; 274 (1963)

LANDTMAN , B. , VALANNE , E. , PENTII , K. , and AUKEE,M.: Ann. paediatr. fenn. 1960 , Suppl. 15

LEVINE , S. R. , and A.E.GEREMIA : Clinical features of patent ductus arterios. with special references to cardiac murmurs . Amer. J. med. Sci. 213 ; 385(1947)

LOESCHKE , A. : Medizinische 1955 , 904

LOOGEN , F. : Der pulmonale Hochdruck bei angeborenen Herzfehlern mit hohem pulmonalen Stromvolumen. Arch. Kreisl.-forsch. 22 ; 1 (1958)

LYNXWILER , C. P. , and C.R.E. WELLS : Patent ductus arterios. A report of 180 operations . Stn. med. J. (Bgham. , Ala) 43 ; 61 (1950)

LYON, R.A. , and S. KAPLAN : Patent ductus arteriosus in infancy . Pediat. 13 ; 357 (1954)

MACMANUS , J. E. : Observations on the course and treatment of patent ductus arteriosus in infancy. N.Y. St. J. of Med. 58 ;3644(1958)

POTTS, W.J. : Surgery of patent ductus arteriosus. Surg. Gynec. Obstet. 88;571(1949)

SCHLANGE , H. : Die körperliche und geistige Entwicklung bei Kindern mit angeborenen Herzfehlern und Gefäß-mißbildungen . Arch. f. Kinderheilkunde47 (1962)

SCHMIDT , J. : Hämodynamik und Elektrokardiogramm Urban & Schwarzenberg München - Berlin (1961)

SCOTT , O. , and G.F. GERARTY : Patent ductus arteriosus in infancy . Arch. Dis. Childh. 35;465 (1960)

THIBERT , M. , J.-P. BINET , Ph.LUCET et J. NOUAILLE : Canal arteriel du nourisson diagnostic , indications operatoires et resultats . A propos de cinquante cinq observations ; Arch. Franc. Pediat. 16 ; 619 (1959)

TSUJI , H., M. SHAPIRO , O. MAGIDSON , E. DUNNE , P. DYXTRA , and J. HAROLD : Surgical treatment of high pressure patent ductus arteriosus. Circulation 27 ; 652 (1963)

WELTI , J.J. , and G.KEERPERICH : The prognosis of patent ductus arteriosus in 54 non operated cases. Arch. Mal. Coeur 41 ; 428 (1948)

Lebenslauf

Am 15. August 1939 wurde ich als Tochter des Maurers Karl Fiedler und dessen Ehefrau Walburga Fiedler in Neudorf im Sudetenland geboren . Im Jahre 1941 ist mein Vater gefallen .
Im Jahre 1945 kam ich in die Sowjetische Besatzungs - zone . In Übigau , Kreis Herzberg , besuchte ich von 1946 bis 1954 die Grundschule und von 1954 bis 1958 den naturwissenschaftlichen Zweig der Oberschule in Herzberg . Hier legte ich im Juni 1958 die Reifeprü - fung ab . Darauf arbeitete ich als Pflegepraktikantin in Brandenburg an der Havel .
Im August 1960 kam ich in die Bundesrepublik . In Erlangen nahm ich am Vorstudienkurs für Abiturienten aus der Sowjetischen Besatzungszone teil und legte hier im Oktober 1961 die Zusatzprüfung zur Reife - prüfung ab .
Im Winter-Semester 1961/62 begann ich mit dem Studium der Medizin an der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen , wo ich mein medizinisches Studium absolvierte mit Ausnahme des Winter-Semesters 1964/65 , in welchem ich an der Universität in Wien studierte .
Im Sommer-Semester 1967 legte ich an der Friedrich - Alexander - Universität in Erlangen die ärztliche Prüfung ab , die ich mit dem Urteil " Sehr gut " bestand.

Erlangen , den 26. September 1967

Maria Fiedler

(Maria Fiedler)

BUCH- UND FOTODRUCK
LUDWIG MÖLLER
ERLANGEN · FAHRSTR. 5